

PAT-NO: JP02001034929A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001034929 A

TITLE: MAGNETIC DISC AND MAGNETIC DISC DRIVE

PUBN-DATE: February 9, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
JO, KINKOKU	N/A
TOKISUE, HIROMITSU	N/A
TOKUYAMA, MIKIO	N/A
ARAI, KATSUTOSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP11210061

APPL-DATE: July 26, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/72, G11B005/82 , G11B019/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a magnetic disc drive having a magnetic head slider being loaded/unloaded in which a magnetic disc is protected against damage at the time of loading/unloading.

SOLUTION: The magnetic disc is protected against damage at the time of loading/unloading by providing, in a load/unload zone 8, with a protective film 11 thicker than the thickness 12 of the protective film 10 in a data zone 9. On the other hand, micro protrusions rougher than the data zone 9 are provided in the load/unload zone 8 in order to suppress vibration due to sliding of a slider at the time of load/unload thus protecting the magnetic disc against damage. Furthermore, bearing grooves are made in the load/unload zone in order to increase the fly height of the slider in the load/unload zone and to prevent the slider from touching the magnetic disc thus protecting the magnetic disc against damage.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-34929

(P2001-34929A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 1 1 B	5/72	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/82		
	19/04	5 0 1	5 0 1 C

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-210061

(22)出願日 平成11年7月26日(1999.7.26)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 徐 鈞国

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 時末 裕充

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74)代理人 100098017

弁理士 吉岡 宏嗣

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気ディスクおよび磁気ディスク装置

(57)【要約】

【課題】 磁気ヘッドスライダをロード・アンロードする方式の磁気ディスク装置において、ロード・アンロード時の磁気ディスクの損傷を防止する。

【解決手段】 磁気ディスク1において、ロード・アンロードゾーン8にデータゾーン9の保護膜10の厚さ12より厚い保護膜11を設けることにより、ロード・アンロードによる磁気ディスク1の損傷を防止する。また、ロード・アンロードゾーン8にデータゾーン9より粗い粗さあるいは微小突起を設けることにより、ロード・アンロード時のスライダの接触摺動による振動を抑制し、磁気ディスクの損傷を防止する。また、ロード・アンロードゾーンにグルーブ軸受溝を設けることにより、ロード・アンロードゾーンにおけるスライダの浮上量を増加させてスライダと磁気ディスクの接触摺動を防止し、磁気ディスクの損傷を防止する。



- 8 : ロード・アンロードゾーン
- 9 : データゾーン
- 10 : 保護膜
- 11 : ロード・アンロードゾーン保護膜
- 12 : データゾーン保護膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロード・アンロードゾーンの保護膜の平均厚さが、データゾーンの保護膜の平均厚さより厚い磁気ディスク。

【請求項2】 ロード・アンロードゾーンの表面の平均粗さが、データゾーンの表面の平均粗さより粗い磁気ディスク。

【請求項3】 ロード・アンロードゾーンにグルーブ軸受けを有する磁気ディスク。

【請求項4】 ロード・アンロードゾーンの保護膜の硬度が、データゾーンの保護膜の硬度より大きい磁気ディスク。

【請求項5】 ロード・アンロードゾーンの保護膜の摩擦係数が、データゾーンの保護膜の摩擦係数より小さい磁気ディスク。

【請求項6】 請求項1ないし5のうちのいずれかに記載の磁気ディスクを備えた磁気ディスク装置。

【請求項7】 データゾーンおよびロード・アンロードゾーンを有する磁気ディスクと、前記ロード・アンロードゾーンへ磁気ヘッドスライダをロード・アンロードする手段とを備えた磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクは、前記ロード・アンロードゾーンの保護膜の平均厚さが7nm以上で、前記データゾーンの保護膜の平均厚さが5nm以下であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項8】 データゾーンおよびロード・アンロードゾーンを有する磁気ディスクと、前記ロード・アンロードゾーンへ磁気ヘッドスライダをロード・アンロードする手段を有する磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクは、前記ロード・アンロードゾーンの表面粗さが、該ロード・アンロードゾーンの平均粗さ面から計った高さが5nm以上であり、前記データゾーンの表面粗さが、該データゾーンの平均粗さ面から計った高さが5nm以下であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項9】 データゾーンおよびロード・アンロードゾーンを有する磁気ディスクと、前記ロード・アンロードゾーンへ磁気ヘッドスライダをロード・アンロードする手段を有する磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクには、前記ロード・アンロードゾーンにおけるスライダ浮上量を、前記データゾーンにおけるスライダ浮上量より高くするスライダ浮上手段が設けられていることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項10】 データゾーンおよびロード・アンロードゾーンを有する磁気ディスクと、前記ロード・アンロードゾーンへ磁気ヘッドスライダをロード・アンロードする手段を有する磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクは、前記ロード・アンロードゾーンに複数の溝が設けられていることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項11】 データゾーンおよびロード・アンロードゾーンを有する磁気ディスクと、前記ロード・アンロ

ードゾーンへ磁気ヘッドスライダをロード・アンロードする手段を有する磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクは、前記ロード・アンロードゾーンの保護膜が、前記データゾーンの保護膜より、対衝撃性の高い材質であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスクおよび磁気ディスク装置に係り、特に、磁気ヘッドスライダ（単にスライダともいう）をロード・アンロードする方式に好適な磁気ディスクおよび磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置の高記録密度化の要求を満たすために、近年、ますます、磁気ヘッドを具備したスライダの低浮上量化が進められている。

【0003】磁気ディスク装置には、磁気ヘッドスライダを磁気ディスク上に接触させたまま、起動または停止するCSS（Contact Start Stop）方式と、磁気ディスクが回転している状態で、磁気ヘッドスライダをロード（ディスク面への移動）もしくはアンロード（ディスク面外への退避）させる方式のL/U（Load and Unload）方式とがある。それぞれ、磁気ディスク上には、信号を記録するデータゾーンと、起動・停止時に磁気ヘッドスライダが位置するCSSゾーンまたはロード・アンロードゾーンとが設けられている。

【0004】従来、CSS方式では、磁気ディスク表面に、データ記録領域を含む全面にわたってCSS時のスライダと磁気ディスクとの粘着を防止するため、テクスチャと呼ばれる粗さが形成されていた。

【0005】しかし、スライダの浮上量がおよそ40nmを下回る頃から、このテクスチャがスライダの低浮上化の妨げになってきた。そこで、浮上量をさらに低減する観点から、現在の多くの磁気ディスク装置では、磁気ディスクの少なくともデータ記録領域にはテクスチャを形成しないか、もしくはテクスチャの粗さを低減した平滑磁気ディスクが使用され始めている。

【0006】この平滑磁気ディスクを使用する際の問題点として、磁気ディスクとスライダとの接触面積が増大することにより、磁気ディスクとスライダとの間の摩擦力が増大し、CSS方式を使用する装置では起動が困難となるという課題が生じる。

【0007】そこで、平滑磁気ディスクを使用した際に、大きい摩擦力で起動が困難となることを防止する方法として、起動方式としてCSSを用いず、回転している磁気ディスク上に、磁気ヘッドスライダをローディングあるいはアンローディングするL/U方式を用いた磁気ディスク装置が、特開平11-16267号公報に開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、L/U方式の磁気ディスク装置においては、磁気ディスクに形成される保護膜の厚さは、磁気ディスク全面にわたり一定であった。特開平11-16267号公報からも明らかなように、磁気ディスク表面の保護膜の厚さや性状あるいは形状を、部位によって変更するという記載や示唆が全くない。同公報記載の磁気ディスクは、全面に一樣な保護膜が形成されている。

【0009】そのため、R/W (Read and Write) 性能を上げるためにデータゾーンの保護膜を薄くすると、L/U時の不可避の磁気ディスクとスライダとの接触により保護膜が破断するという問題点がある。破断を防止するために、L/U時の保護膜を厚くすると、データゾーンでのR/W特性を上げることが困難になる。

【0010】また、L/U方式の磁気ディスク装置においては、磁気ディスクの表面の粗さは磁気ディスク全面にわたり一定であるので、浮上量を下げするためにデータゾーンの粗さを小さくするとL/U時の粗さも小さくなる。

【0011】そのため、L/U時に磁気ディスクとスライダとの接触が生じた際、磁気ディスクとスライダに働く大摩擦力によりスライダが振動してディスクに傷が生じたり、スライダのサスペンションが変形するという問題点が生じる。また、これを防ぐためにL/U時の粗さを大きくすると、データゾーンでの浮上量を小さくすることが困難となり、R/W特性を向上させることができない。

【0012】さらに同公報の技術では、スライダの浮上量は磁気ディスク全面にわたり概ね一定であるので、R/W特性を上げるためにデータゾーンでの浮上量を下げると、L/U時の浮上量も下がり、浮上すぎまの空気膜の形成が不安定なL/U時に、磁気ディスクとスライダが接触し易くなるという問題点が生じる。磁気ディスクとスライダとの接触を防止するためにL/U時の浮上量を上げると、データゾーンでR/W特性をあげることが困難となる。

【0013】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決することにより、L/U方式の磁気ディスク装置において、磁気ディスクのデータゾーンの保護膜が薄くて粗さが小さく、かつデータゾーンの浮上量が低い場合においても、磁気ディスクが損傷を受けたり、サスペンションが変形したりする問題点を防止できる磁気ディスクおよび磁気ディスク装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題は、L/U方式の磁気ディスク装置において、磁気ディスクのデータゾーンに比較して、ロード・アンロードゾーンの保護膜の平均厚さを厚くしたり、また、ロード・アンロードゾ

ーンの表面の平均粗さRpを粗くしたり、また、ロード・アンロードゾーンにグルーブ軸受けを設けたり、また、ロード・アンロードゾーンの保護膜の硬度を大きくしたり、あるいは、摩擦係数を小さくすることにより達成される。

【0015】また、上記課題は、信号を記録するデータゾーンを備えた磁気ディスクと、磁気ヘッドを具備したスライダと、このスライダを前記磁気ディスクのデータゾーン外周端付近に設けたロード・アンロードゾーンへロード・アンロードする機構を有する磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクには保護膜が形成され、前記ロード・アンロードゾーンにおける保護膜の領域平均厚さは7nm以上であり、前記データゾーンにおける保護膜の領域平均厚さは5nm以下である構成とすることにより達成できる。

【0016】あるいは、信号を記録するデータゾーンを備えた磁気ディスクと、磁気ヘッドを具備したスライダと、このスライダを前記磁気ディスクのデータゾーン外周端付近に設けたロード・アンロードゾーンへロード・アンロードする機構を有する磁気ディスク装置において、前記ロード・アンロードゾーンの一部あるいは全ての領域に、前記データゾーンの面粗さより大きい粗さが形成され、このロード・アンロードゾーンに形成された粗さの、前記ロード・アンロードゾーンの平均粗さ面から計った高さが5nm以上であり、前記データゾーンの粗さの、データゾーンの平均粗さ面から計った高さが5nm以下である構成とすることにより達成できる。

【0017】さらに、信号を記録するデータゾーンを備えた磁気ディスクと、磁気ヘッドを具備したスライダと、このスライダを前記磁気ディスクのデータゾーン外周端付近に設けたロード・アンロードゾーンへロード・アンロードする機構を有する磁気ディスク装置において、前記ロード・アンロードゾーンに、このロード・アンロードゾーンにおける前記スライダの浮上量を、前記データゾーンにおける浮上量より高くする手段を設けた構成とすることにより達成できる。

【0018】また、上記スライダの浮上量を高くする手段としては、ロード・アンロードゾーンに溝を設け、スライダと磁気ディスク間の空気をこの溝内へ押し込めて圧力上昇を得ることにより、L/U時のスライダ浮上量を高くすることができ、スライダと磁気ディスクとの接触摺動を防止でき、したがって、磁気ディスクの損傷を防止できる。

【0019】なお、CSS方式の例（例えば特開平8-212542号公報）では、起動・停止時にスライダがディスクと接触する。そのため、停止時には、スライダとディスク間に大きな粘着力が生じ、装置の起動が困難になる。この粘着力を抑制するため、ディスクのCSSゾーンに微細な溝を形成している。

【0020】しかしながら、CSS方式における粘着を

防止するためには、15 nm程度より高い粗さや突起をCSSゾーンに設ける必要があった。これに対して、L/U/L方式では、起動・停止時にはスライダがランプにアンロードされる。すなわち、スライダとディスクが非接触状態にある。

【0021】そのため、L/U/Lゾーンに、例えば、平均粗さ面から計った高さ(Rp)が、5 nm程度以上の粗さあるいは微小突起を設ければ、大摩擦力によるスライダ振動や、それによる磁気ディスクの損傷、およびサスペンションの変形を防止できるのである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

【0023】本発明の磁気ディスク装置の第1の実施形態を、図1～図3を用いて説明する。

【0024】図1は本発明の第1の実施形態の平面図であり、信号を記録する磁気ディスク1がスピンドル3に固定されて回転し、この回転する磁気ディスク1の面上に、情報の記録再生を行う磁気ヘッドを具備したスライダ2が、サスペンション4を介在して、キャリッジ5によって磁気ディスク1の概略半径方向に移動する。

【0025】図2はL/U/L機構を示す平面図であり、スライダ2がアンローディングされている状態である。スライダ2のローディングは、キャリッジ5によって、サスペンション4の先端に設けているタブ7が、ランプ6の斜面から回転している磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8に滑り落ちることにより行う。

【0026】また、スライダ2のアンローディングは、キャリッジ5によって、サスペンション4の先端に設けているタブ7が、回転している磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8から、ランプ6の斜面に滑り登ることにより行う。

【0027】図3は、本発明になる磁気ディスク1の厚み方向を拡大した断面図である。磁気ディスク1の表面には保護膜10が設けられており、そのうち、データゾーン9には5 nm以下の保護膜12を設け、L/U/Lゾーン8には7 nm以上の保護膜11を設けている。

【0028】次いで、本発明の第1の実施形態の作用を説明する。

【0029】スライダ2がL/U/Lされるとき、スライダ2の浮上姿勢が崩れ、スライダ2が磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8の表面に接触摺動する。特に、負圧スライダの場合、アンロード時の負圧空気膜が破壊する直後には、スライダ2は非常に振動しやすくなるため、スライダ2と磁気ディスク1との接触摺動が激しくなる。

【0030】現在、磁気ディスクの保護膜として使用しているカーボン保護膜では、保護膜の厚さが7 nm以上あれば、L/U/L時のスライダと磁気ディスクとの接触による保護膜の破断を防止できることが、実験によりわ

かっている。

【0031】本実施形態によれば、図3に示すように、磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8に厚さ7 nm以上の保護膜を設けているので、スライダ2が磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8の表面に接触しても、磁気ディスク1に傷が生じたりすることを防止することができる。一方、本実施形態によれば、データゾーン9の保護膜厚さは5 nm以下であるので、R/W性能を向上させることができる。

10 【0032】次に、本発明の第2の実施形態を、図4を用いて説明する。

【0033】磁気ディスク装置およびL/U/L機構の構成は、第1の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。図4は磁気ディスク1の厚み方向を拡大した断面図である。データゾーン9の平均粗さ面から計った粗さの高さ(Rp)は5 nm以下であり、L/U/Lゾーン8には、平均粗さ面から計った粗さの高さ(Rp)が5 nm以上の粗さあるいは微小突起13を設けている。

20 【0034】次いで、本発明の第2の実施形態の作用を説明する。

【0035】前述のように、スライダ2がL/U/Lされるとき、スライダ2の浮上姿勢が崩れ、スライダ2が磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8の表面に接触摺動する。また、スライダ2がL/U/Lするときの接触摺動により、スライダ2の振動が生じる。その接触摺動による振動は、磁気ディスク1の表面粗さが小さいほど、すなわち、磁気ディスク1が平滑であるほど激しくなる。

30 【0036】一方、現在使用されているスライダ長さ1.2 mmのピコスライダでは、Rpが5 nm以上あれば、スライダと磁気ディスクとの間の摩擦力を5 gf程度以下にすることができ、大摩擦力によるスライダ振動、それによる磁気ディスクの損傷、およびサスペンションの変形を防止することができることが実験によりわかっている。

【0037】本実施形態によれば、L/U/Lゾーン8にはRpが5 nm以上の微小突起あるいは粗さ13を設けているので、L/U/L時にスライダ2が磁気ディスク1のL/U/Lゾーン8の表面に接触摺動しても、スライダ2の振動を防止することができる。

40 【0038】また、スライダ2の振動を防止することにより、スライダ2と磁気ディスク1の更なる接触摺動を抑制し、磁気ディスク1に傷が生じたり、大摩擦力によりサスペンションが変形したりすることを防止することができる。さらに、本実施形態によれば、データゾーン9のRpは5 nm以下であるので、R/W性能を向上させることができる。

【0039】次に、本発明の第3の実施形態を、図5を用いて説明する。

50 【0040】図5(a)は磁気ディスクの平面図、図5(b)はそのA-A断面図である。磁気ディスク装置お

よびL/UL機構の構成は、第1の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0041】図5に示すように、磁気ディスク1のデータゾーン9は概略平滑に形成し、L/ULゾーン8の表面形状を、磁気ディスク表面の概略半径方向に溝14を設けた形状にしている。溝14の寸法は、例えば、スライダ2の長さが2.05mmで幅が1.6mmの場合、半径方向の長さが1~2mm、周方向の幅が0.05mm、深さが0.5μmである。

【0042】次いで、本発明の第3の実施形態の作用を説明する。

【0043】前述のように、スライダ2がL/ULされるとき、スライダ2の浮上姿勢が崩され、スライダ2が磁気ディスク1のL/ULゾーン8の表面に接触摺動する。また、スライダ2のノミナル浮上量が小さいほど、L/UL時の接触摺動が激しくなる。

【0044】ところで、磁気ディスク1が回転すると、スライダ2と磁気ディスク1間の空気は溝14内へ押し込められ、その終端でせき止められて圧力上昇を得る。溝14の幅、長さ、深さ、断面形状および配置の間隔を20 選定することにより、発生する圧力の調整ができる。

【0045】本実施形態によれば、磁気ディスク1のL/ULゾーン8に溝14を設けてグルーブ軸受とすることにより、スライダ2と磁気ディスク1間に生ずる圧力が高くなるので、L/ULゾーン8におけるスライダ2の浮上量を高くすることができる。したがって、スライダ2をL/ULするときのスライダ2と磁気ディスク1との接触摺動を防止することができるので、磁気ディスク1の損傷を防止することができる。

【0046】次に、本発明の第4の実施形態を、図6を30 用いて説明する。

【0047】磁気ディスク装置およびL/UL機構の構成は第1の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。図に示すように、磁気ディスク1のデータゾーン9に硬質の保護膜16を設けており、L/ULゾーン8にはデータゾーン9と異なる材質の保護膜15を設けている。

【0048】本実施形態では、例えば、データゾーン9に設けている硬質の保護膜16の材質はスパッタカーボンであり、L/ULゾーン8に設けている保護膜15の40 材質は窒素含有カーボンである。データゾーン9あるいはL/ULゾーン8に設ける保護膜の材質としては、水素含有カーボン、ダイヤモンドライクカーボン、シリコン含有カーボン、あるいは、フッ素含有カーボン、テフロンなどがあり、同じ材質のもの、あるいは別の材質のものを、適宜組み合わせ使用可能である。

【0049】次いで、本発明の第4の実施形態の作用を説明する。

【0050】前述のように、スライダ2がL/ULされるとき、スライダ2の浮上姿勢が崩され、スライダ2が50

磁気ディスク1のL/ULゾーン8の表面に接触摺動する。

【0051】本実施形態によれば、図6に示すように、磁気ディスク1のL/ULゾーン8に設けた窒素含有カーボン膜の硬度が大きいので、L/UL回数が増加しても、磁気ディスク1に傷が生じたりすることを防止することができる。同様な効果は、L/ULゾーン8の保護膜の材質が、水素含有カーボン、ダイヤモンドライクカーボン、シリコン含有カーボンの場合にも得られる。

【0052】また、L/ULゾーン8の保護膜の材質がフッ素含有カーボンの場合、摩擦係数が小さいので、L/ULゾーンに粗さを設けることなく、大摩擦力によるスライダ2の振動を防止することができ、磁気ディスク1に傷が生じたり大摩擦力によりサスペンションが変形したりすることを防止することができる。同様な効果は、L/ULゾーンの保護膜の材質がテフロンの場合にも得られる。

【0053】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、L/UL機構を用いる磁気ディスク装置において、磁気ディスクのデータゾーンの保護膜が薄くて粗さが小さく、かつデータゾーンの浮上量が低い場合においても、磁気ディスクが損傷を受けたり、サスペンションが変形したりするのを防止できる磁気ディスク装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ディスク装置の一実施形態の構成を示す平面図。

【図2】本発明の磁気ディスク装置のロード・アンロード機構を示す平面図。

【図3】本発明においてデータゾーンより保護膜の厚いロード・アンロードゾーンを示す図。

【図4】本発明においてデータゾーンより粗い表面および微小突起を設けているロード・アンロードゾーンを示す図。

【図5】本発明においてロード・アンロードゾーンの周方向に所定間隔をもって設けられた複数の横長の溝を示し、図(a)は磁気ディスクの平面図、図(b)はそのA-A断面図。

【図6】本発明においてデータゾーンと異なる材質の保護膜を設けているロード・アンロードゾーンを示す図。

【符号の説明】

- 1 磁気ディスク
- 2 スライダ
- 3 スピンドル
- 4 サスペンション
- 5 キャリッジ
- 6 ランプ
- 7 タブ
- 8 ロード・アンロードゾーン

9 データゾーン

10 保護膜

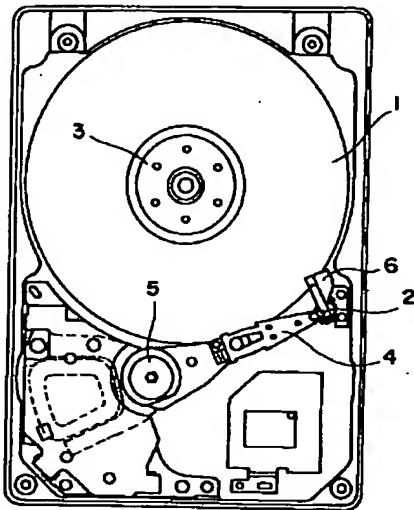
11、15 ロード・アンロードゾーンの保護膜

12、16 データゾーンの保護膜

13 粗さあるいは微小突起

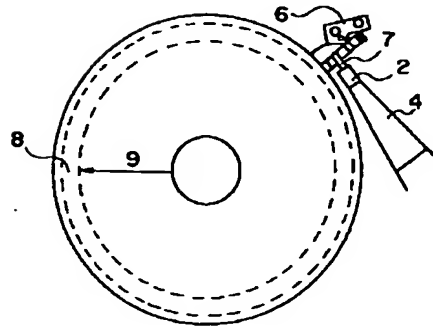
14 溝

【図1】

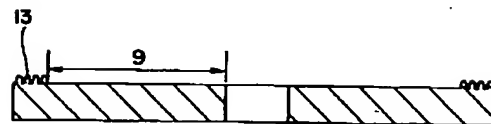


1: 磁気ディスク 2: スライダ 3: スピンドル
4: サスペンション 5: キャリッジ 6: ランプ

【図2】



【図4】

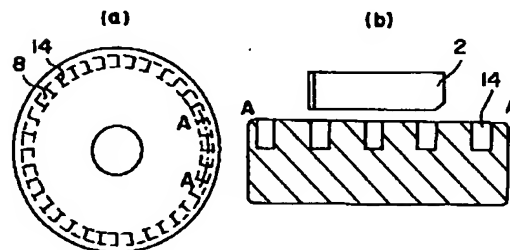


【図3】

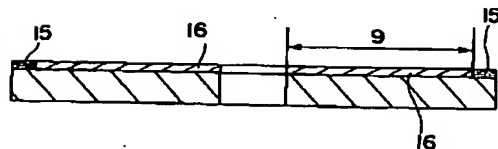


8: ロード・アンロードゾーン
9: データゾーン
10: 保護膜
11: ロード・アンロードゾーン保護膜
12: データゾーン保護膜

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 徳山 幹夫
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 新居 勝敏
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

Fターム(参考) 5D006 AA05 DA03 DA04 FA00